

---

# DAS **MINT**-LERNZENTRUM DER ETH ZÜRICH

---

## Schweizer MINT Studie: Vorbereitung auf zukünftiges Lernen

### Naturwissenschaftliches Denken ab der Primarschule fördern

Ralph Schumacher & Elsbeth Stern, ETH Zürich

Mai 2018



Warum schwimmt ein schweres Schiff aus Stahl, während ein kleines massives Stück Stahl untergeht? (aus „Schwimmen und Sinken“)

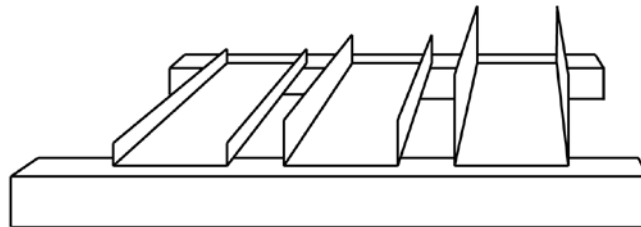
### **Wie können wir die Schülerinnen und Schüler besser auf zukünftiges Lernen vorbereiten?**

Um den naturwissenschaftlichen Unterricht auf der Grundlage der Lehr- und Lernforschung zu optimieren, wird am MINT-Lernzentrum der ETH Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. Elsbeth Stern und Dr. Ralph Schumacher seit 2011 eine langfristig angelegte Längsschnittstudie mit ausgewählten Schulen in der Deutschschweiz durchgeführt. In dieser Studie werden Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung umgesetzt, um Unterricht besonders anregend und lernwirksam zu gestalten. Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Frage, ob Schülerinnen und Schüler, die bereits in der Primarschule unseren optimierten naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten, von späteren Lernangeboten auf der Sekundarstufe I und II stärker profitieren als Kinder bzw. Jugendliche, die in der Primarschule herkömmliche Lernangebote erhielten.

## Naturwissenschaftlicher Unterricht ab der Primarschule

In der Primarschule (Klassenstufen 1 bis 6) werden die von Prof. Dr. Kornelia Möller und ihren Kollegen von der Universität Münster entwickelten KiNT-Kisten zu den Themen "Luft und Luftdruck", "Schall", "Schwimmen und Sinken" sowie "Brücken – und was sie stabil macht" eingesetzt. Die KiNT-Kisten sind in ihrer Lernwirksamkeit bewährt und mehrfach wissenschaftlich geprüft. Sie umfassen sehr ansprechend gestaltete Experimentiermaterialien für die Schülerinnen und Schüler sowie sehr gut ausgearbeitete Ordner mit Anleitungen, Hilfestellungen und inhaltlichen Informationen für die Lehrpersonen. Die Materialien sind besonders kognitiv aktivierend. Das bedeutet, dass die Gestaltung der Lernmaterialien nach Prinzipien der Lehr- und Lernforschung dazu führt, dass sich Schülerinnen und Schüler besonders aktiv mit den Lerninhalten beschäftigen und so ihre Wissensbasis Schritt für Schritt ausbauen können.

In den darauf folgenden Phasen der Längsschnittstudie (Klassenstufen 7 bis 12) werden Unterrichtsmaterialien eingesetzt, die vom MINT-Lernzentrum der ETH Zürich entwickelt wurden. Diese Materialien befassen sich zum Beispiel mit den Themen „Wie entsteht die Auftriebskraft?“, „Schall und Schallausbreitung“ und „Grundkonzepte der Mechanik“. Sie schliessen an die Themen der vorangegangenen Unterrichtsmaterialien an und führen sie auf einem höheren Anspruchsniveau fort. Diese weiterführenden Unterrichtsmaterialien sind ebenfalls aufgrund der eingesetzten kognitiv aktivierenden Lernformen besonders erfolgsversprechend.



Welche Brücke kann am meisten tragen?  
(aus „Brücken – und was sie stabil macht“)

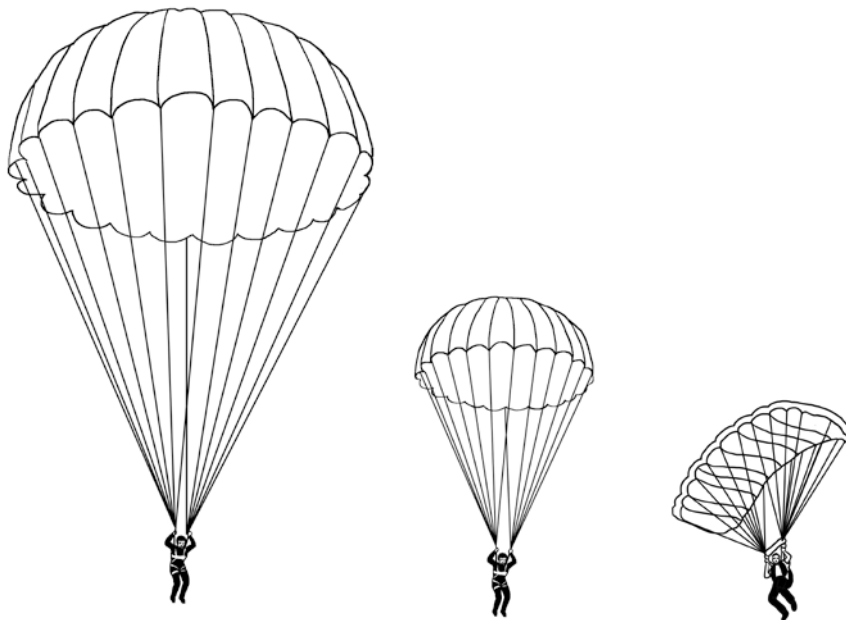
## Ergebnisse zu den Lernzuwächsen

Im Rahmen dieser Studie haben wir bereits mehrere positive Effekte gefunden:

- Der Physikunterricht in der Primarschule ist sehr lernwirksam und nachhaltig. In allen Klassen haben die Schülerinnen und Schüler dazugelernt, und der durchschnittliche Lernerfolg ist sehr hoch. Zudem sind die Kenntnisse der Kinder zum Beispiel zu den Themen „Luft und Luftdruck“ sowie „Schwimmen und Sinken“ auch ein Jahr nach dem Unterricht weiterhin stabil.
- In Studien zum Physikunterricht findet man häufig noch immer grosse Geschlechtsunterschiede: Jungen schneiden deutlich besser ab als Mädchen. Darum haben wir uns sehr dar-

über gefreut, dass dies bei unseren Materialien anders ist: Mädchen und Jungen profitieren in vergleichbarem Umfang vom Unterricht. Die Mädchen haben ähnlich gut wie die Jungen verstanden, welche physikalischen Prinzipien beim Bau von Brücken berücksichtigt werden müssen und wie ein Schiff konstruiert sein muss, damit es nicht sinkt. Wir hoffen sehr, dass wir auch langfristig zeigen können, dass früher Physikunterricht dazu beiträgt, Geschlechtsunterschiede zu reduzieren.

- Für den Erfolg in naturwissenschaftlichen Fächern ist das Verständnis wissenschaftlicher Experimentiermethoden ganz entscheidend. Auch auf dieses Verständnis wirkt sich unser Physikunterricht in der Primarschule positiv aus. Will man zum Beispiel herausfinden, ob ein grosser Fallschirm besser bremst als ein kleiner, so darf man im Experiment nur die Fallschirmgrösse verändern – aber keine weiteren Faktoren wie zum Beispiel die Form. Das haben die Schülerinnen und Schüler, die mit unseren Materialien unterrichtet wurden, besser verstanden als gleichaltrige Kinder, die herkömmlichen Unterricht erhalten haben.



Bremst ein grosser Fallschirm besser als ein kleiner – und welche Fallschirme muss ich miteinander vergleichen, um das herauszufinden?

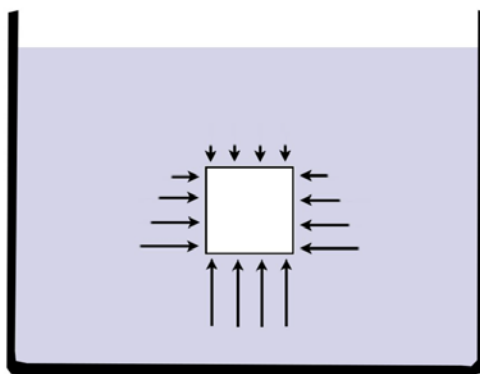
- Zudem haben wir erste Hinweise darauf, dass die Kinder, die mit unseren Materialien unterrichtet wurden, von einem zusätzlichen Training zum Verständnis solcher Experimente stärker profitieren als Kinder, die vor diesem Training herkömmlichem Unterricht erhalten haben. Dies wird gegenwärtig weiter untersucht.
- Erste Ergebnisse zeigen, dass die Sprachkompetenz eine Schlüsselrolle für das Physikverständnis einnimmt. Wie stark die Kinder vom Physikunterricht profitieren, hängt also wesentlich davon ab, wie gut sie die Sprache beherrschen. Der Unterricht mit unseren Materialien führt zudem dazu, dass die Kinder mit der Physik-Fachsprache etwas besser umgehen können.

nen als Kinder mit herkömmlichem Unterricht. Die Auswertungen zum Zusammenhang von Sprachkompetenz und Physikverständnis sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen. Wir erwarten beispielsweise, dass Kinder, die aufgrund ihrer geringen sprachlichen Kompetenzen schwache schulische Leistungen zeigen, mit unseren Unterrichtsmaterialien besonders gefördert werden können, weil sie damit interessante Phänomene beschreiben und erklären können.

### **Vorbereitung auf zukünftiges Lernen: Erste Ergebnisse zu Transfereffekten auf neue Inhalte**

Ziel der Schule ist es nicht nur, dass Kinder lernen was geübt würde, sondern dass sie auch mit ihrem erworbenen Wissen neue Inhalte besser verstehen können. Die Forschung hat aber gezeigt, dass ein solcher Transfer zwar möglich, aber keineswegs selbstverständlich ist. Das zeigte sich auch in zwei unserer Studien.

- Können die Kinder das physikalische Wissen, das sie in der Primarschule aufbauen, später in der Sekundarstufe I nutzen, um von neuen Unterrichtsangeboten zur Physik stärker zu profitieren? Schülerinnen und Schüler, die in der Primarschule Unterricht zu „Luft und Luftdruck“ oder zu „Schwimmen und Sinken“ erhalten hatten, haben auf der Sekundarstufe I Unterricht zu dem daran anschließenden neuen Thema „Wie entsteht die Auftriebskraft?“ erhalten. Diese Einheit war in sich verständlich, das heisst, sie setzte nicht den Physikunterricht in der Primarschule voraus. Tatsächlich lernten auch Kinder ohne diesen Unterricht deutlich dazu. Gleichzeitig konnten wir aber im oberen Leistungsbereich Transfereffekte nachweisen. Die Chance, unter den besten Schülerinnen und Schülern zu sein, war bei der Versuchsgruppe um mehr als 30% höher als bei der Vergleichsgruppe. Auch dies spricht dafür, dass es sich lohnt, bereits in der Primarschule physikalisches Wissen aufzubauen, das sich später nutzen lässt.



Die Auftriebskraft entsteht durch den Schweredruck des Wassers.

- Vergleichbare Vorteile haben wir auch für mathematische Kompetenzen gefunden: Insbesondere leistungsstarke Schülerinnen und Schüler, die in der Primarschule Unterricht zum Thema „Schwimmen und Sinken“ hatten, haben von einem anschließenden Training zum proportionalen Denken im Mathematikunterricht stärker profitiert als Kinder, die vor diesem

Training den Unterricht zu „Schwimmen und Sinken“ nicht gehabt haben. Dieser Wissenstransfer vom Physik- in den Mathematikunterricht lässt sich damit erklären, dass der Unterricht zu „Schwimmen und Sinken“ das proportionale Denken gut vorbereitet, weil es bei der Frage, ob etwas schwimmt oder sinkt, immer darum geht, wie schwer etwas im Verhältnis zu seiner Grösse ist.

Insgesamt bestätigen diese ersten Ergebnisse unsere Vermutung, wonach Physikunterricht in der Primarschule im gesamten Leistungsspektrum Vorteile bringt: Alle Kinder verbessern ihr Wissen und ihre Erklärungen in den unterrichteten Themen, und manche Kinder zeigen darüber hinaus noch Transferleistungen auf neue Gebiete. Mit unserem Physikunterricht erhalten die Lehrpersonen damit eine Möglichkeit, der Verschiedenheit der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden.

Weitere Informationen zur Längsschnittstudie finden Sie auf unserer Webseite:

<http://www.educ.ethz.ch/mint/natwiss>